



Krzysztof Maćkała¹, Ryszard Michalski¹, Milan Čoh²

¹ AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO WE WROCŁAWIU

² UNIVERSITY OF LJUBLJANA

PREFERENCJA LATERALNA ODBICIA NOGĄ A DŁUGOŚĆ KROKU SPRINTERA W BIEGU NA 100 i 200 m

ABSTRACT

Lateral preference of the take-off leg vs. the step length
in the 100 and 200 m sprint performance

The aim of the study was to determine the correlation of lateral preference in the take-off leg and the length of steps in sprinting – the 100 m and 200 m races – in different levels of sport performance. The research material consisted of measuring the basic kinematic parameters of running speed: the length and frequency of steps in two different groups of sprinters. One group ($n = 6 - G1$) ran a 200 m race, the other ($n = 8 - G2$) ran a 100 m dash. Detailed analysis included the variability in length of each step depending on the take-off of the lower limb: left or right, for selected sections of the 100 and 200 m races. On the basis of material collected, it was found that the phenomenon of step asymmetry exists in both sprint groups (100 m and 200 m) regardless of the level of performance represented. Statistical analysis showed that the higher value of step length asymmetry was shown in running a curve rather than running in a straight line.

Key words: 100 m and 200 m sprint, asymmetry, stride length, take of from left and right lower limb

WPROWADZENIE

W toku wieloletnich badań wykazano, że wynik w biegach sprinterskich, a zwłaszcza w biegu na 100 i 200 m, zależy m.in. od dwóch podstawowych parametrów kinematycznych: długości i częstotliwości kroków, które wyznaczają wartość rozwijanej prędkości biegowej zarówno na odcinku startowym, jak i na dystansie [1–5]. Wciąż jednak do końca nie wyjaśniono, w jaki sposób parametry te wpływają na wynik końcowy biegu u zawodników o różnym poziomie zaawansowania sportowego. Autorzy zajmujący się badaniem zależności między podstawowymi parametrami kroku biegowego przedstawiają sprzeczne opinie. Dotyczy to głównie określenia, który czynnik w najwyższym stopniu decyduje o poziomie (wartości) maksymalnej prędkości i jak prędkość ta zmienia się na dystansie. Na pewno wiadomo, że zmiany te są uzależnione od zmian zachodzących w parametrach charakteryzujących krok biegowy, zwłaszcza długości kroku i czasu jego wykonania – częstotli-

wości [5–9]. Te zaś oddziałują na rytm biegu sprinterskiego, który jest jedną ze składowych poprawnej techniki. Skuteczność wykorzystania umiejętności technicznych sprintera uwidacznia się w sposób szczególny w biegu na 200 m, podczas którego zawodnik pierwszą część dystansu musi pokonać po krzywiźnie, a co za tym idzie – zmagać się z oddziaływaniem siły odśrodkowej. Poziom techniki znacząco wpływa na długość kroku biegowego, i to z odbicia zarówno nogą wewnętrzną (lewą), jak i zewnętrzną (prawą). Istnieje więc potrzeba znalezienia między wspomnianymi parametrami zależności, pozwalających na osiągnięcie jak najlepszego wyniku (najkrótszego czasu) w biegu sprinterskim.

CEL BADAŃ

Celem badań jest wyjaśnienie zależności między preferencją lateralną nogi a długością kroku sprintera w biegu na 100 i 200 m na podstawie zmian głównych parametrów

kinematycznych kroku biegowego u zawodników o różnym przygotowaniu sportowym. Pozwoli to sprawdzić, jaki wpływ na technikę biegu, a tym samym na osiągnięty wynik, może mieć preferencja lateralna odbicia (asymetria), czyli różnice w długości kroku biegowego z odbicia nogą lewą lub prawą.

W kontekście przytoczonych stwierdzeń istotne wydaje się sformułowanie pytań, które pozwolą na lepsze poznanie parametrów (wynikających z poziomu umiejętności technicznych i poziomu cech somatycznych), wspomagających osiągnięcie jak najlepszego czasu w biegu na 100 i 200 m przez sprinterów. Brzmiały one:

1. Czy w biegu po krzywiźnie (wielkości krzywizny zależą od numeru toru) w porównaniu z biegiem po prostej ujawnia się większa preferencja lateralna w odbiciu nogą lewą lub prawą oraz związana z tym różnica w długości kroku?
2. Czy jest to istotna informacja dla procesu szkolenia w biegach krótkich?

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono na 14 sprinterach, których poddano podstawowym pomiarom somatycznym:

- wysokości ciała (cm),
- masy ciała (kg),
- wysokości siedzeniowej (cm),

Następnie podzielono ich na dwie grupy.

Grupa G1 (200 m) składała się z 6 sprinterów: średni wiek 19,3 roku, wysokość ciała 180,5 cm, masa ciała 69,0 kg, wynik w biegu na 200 m $23,082 \pm 1,864$.

Grupa G2 (100 m) składała się z 8 sprinterów: średni wiek 21,4 roku, wysokość ciała 179,9 cm, masa ciała 74,0 kg, wynik w biegu na 100 m $11,182 \pm 0,313$ s.

Dodatkowo, w celu ułatwienia zrozumienia problemu zawartego w niniejszym doniesieniu, dla grupy G1 (zawodnicy biegający 200 m) wydzielono dane kinematyczne dotyczące przebiegnięcia drugich 100 m (na prostej) biegu na 200 m. Oznaczono to jako **grupę G1***.

Poniżej opisano metody pomiaru długości kroków w obu grupach.

Grupa G1 (200 m) – dane dotyczące długości kroku podczas biegu na 200 m zarejestrowano za pomocą prostej metody ręcznego pomiaru. W tym celu skonstruowano specjalne urządzenie pomiarowe (metalowa taśma miernicza na specjalnej suwnicy z suwakiem). Długość kroku biegowego została wyznaczona na podstawie pomiaru odległości między kolejnymi punktami odbicia stopy od podłoża.

Grupa G2 (100 m) – długość kroku biegowego w biegu na 100 m wyznaczono na podstawie odczytu z taśmy wideo. Film, na którym został zarejestrowany bieg na 100 m każdego badanego sprintera, zrealizowano przy użyciu 10 kamer cyfrowych JVC GR-CVL 9800 z obiektywem Fujino 5,5–22 mm, rozmieszczonych na specjalnych statywach co 10 m. Długość kroku biegowego wyznaczono na podstawie pomiaru odległości między kolejnymi punktami odbicia stopy od podłoża. Za moment kontaktu stopy (palcą bądź końcówką buta) z bieżnią przyjęto niemal pionowe postawienie stopy z wyprostem nogi odbijającej w stawie kolanowym, widziane w przedostatniej klatce filmowej. W ostatniej klatce stopa traci kontakt z podłożem i jest już w powietrzu. Do odczytania danych kinematycznych kroku użyto filmowego analizatora ruchu typu SIMI Motion Gait 3D (profesjonalny system do analizy kroku na podstawie technologii DV). Start do biegu zarówno na 100 m, jak i na 200 m odbywał się z bloku startowego, a sygnałem rozpoczynającym bieg był strzał z pistoletu startowego połączonego z foto-finišem za pomocą systemu pomiaru czasu o nazwie Lynex.

WYNIKI

Charakterystyka morfologiczna zawodników

W tab. 1 przedstawiono charakterystykę morfologiczną sprinterów. Nie ma istotnych różnic między grupami sprinterów w wysokości ciała. Różnicuje je za to masa ciała – w grupie G2 jest ona wyższa średnio o 5 kg. Rozbieżność występuje w stosunkach długościowych tułowia i kończyn dolnych. Zawodnicy w grupie G2 mają dłuższy tułów,

Tab. 1. Charakterystyka wybranych wskaźników morfologicznych zawodników grup G1 (n = 6) i G2 (n = 8)

Wskaźniki	Grupa G1 (200 m)		Grupa G2 (100 m)	
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd
Wiek (lata)	19,3	4,08	21,4	3,89
Wysokość ciała (cm)	180,5	5,54	179,9	5,83
Masa ciała (kg)	69,0	4,60	74,0	5,17
Wysokość siedzeniowa (cm)	92,3	3,55	95,2	2,93
Wysokość podsjedzeniowa (cm)	88,2	3,23	84,7	3,52

Tab. 2. Charakterystyka liczbowa biegu na 100 i 200 m z podziałem na trzy grupy

Analiza statystyczna	Kategoria wiekowa	Zmienne			
		czas biegu (s)	średnia prędkość (m/s)	liczba kroków	częstotliwość kroków (Hz)
Min.–Maks.		21,40–25,61	7,81–9,34	86,9–100,6	3,77–4,26
\bar{x}	G1	23,082	8,665	92,90	4,025
sd		1,864	0,674	4,85	0,162
Min.–Maks.		11,00–12,70	7,87–9,09	44,1–51,0	3,88–4,25
\bar{x}	G1*	11,662	8,575	47,52	4,074
sd		0,763	0,544	2,42	0,134
Min.–Maks.		10,78–11,69	8,55–9,27	44,6–51,1	4,00–4,55
\bar{x}	G2	11,182	8,942	47,34	4,233
sd		0,313	0,275	2,32	0,202

ale krótsze kończyny dolne w porównaniu z grupą G1.

Charakterystyka liczbowa biegu na 100 i 200 m

W tab. 2 przedstawiono różnice między podstawowymi parametrami kinematycznymi biegu na 100 i 200 m.

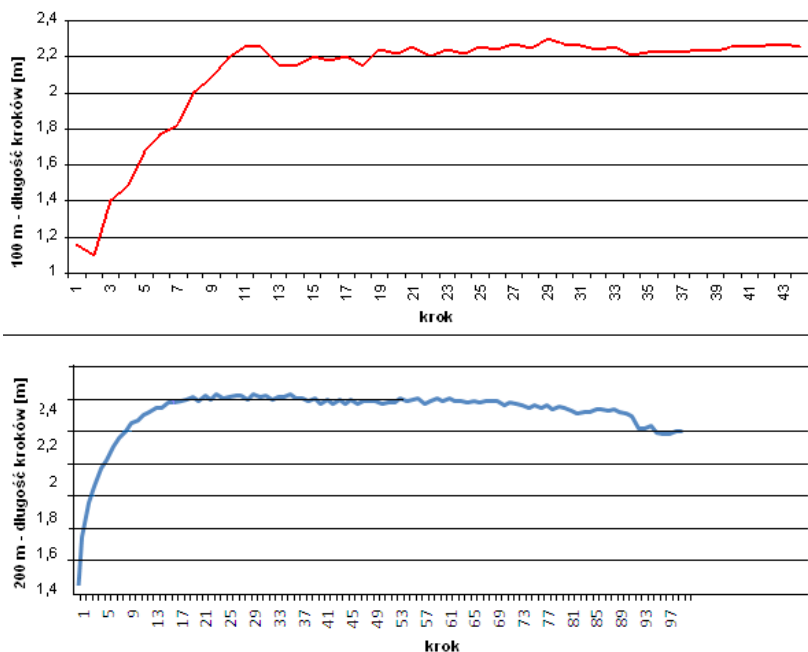
Na ogół nie ma dużych różnic w rozwijanej prędkości między poszczególnymi biegami: G1 (200 m) 8,665 m/s, G1* (100 m) 8,575 m/s i G2 (100 m) 8,942 m/s. Podobne relacje występują między częstotliwością kroków, która we wszystkich biegach oscyluje nieco powyżej 4 Hz (odpowiednio: 4,025 Hz, 4,074 Hz i 4,233 Hz). Najwyższa częstotliwość kroku wystąpiła w biegu na 100 m w grupie G2 (100 m). Można jednak zauważyć duże odchylenia indywidualnych wartości tych parametrów u poszczególnych zawodników w obu grupach, co pogarsza możli-

wości interpretacyjne na podstawie średnich wartości nie tylko prędkości biegowej, ale również pozostałych parametrów (liczba wykonanych kroków i ich długość – ryc. 1).

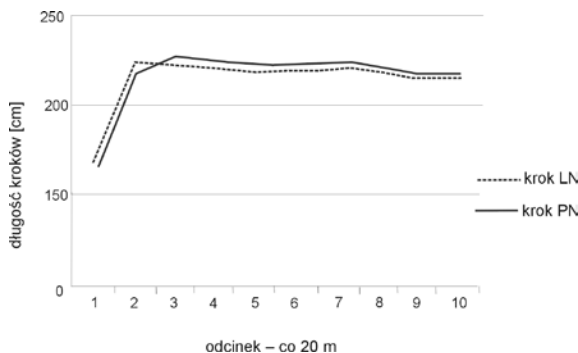
Charakterystyka liczbowa długości kroków

W tab. 3 zestawiono średnie długości poszczególnych kroków zarówno w ujęciu całościowym, jak i w ujęciu asymetrii, czyli z uwzględnieniem różnic w długości kroku, wynikających z odbicia kończyną dolną lewą (często zwaną kończyną wewnętrzną) lub prawą (zewnątrzną bądź dominującą).

Dane przedstawione w tab. 3 wskazują, że nie ma praktycznie żadnych różnic, jeśli porówna się klasyczny bieg na 100 m z przebiegnięciem drugich 100 m (na prostej) w biegu na 200 m. Liczba wykonanych kroków wynosi odpowiednio 47,34 i 47,52. Dotyczy to również liczby wykonanych kro-



Ryc. 1. Rozkład średnich wartości długości kroków wykonanych przez badanych zawodników na dystansie 100 i 200 m



Ryc. 2. Rozkład średnich wartości długości kroków z odbicia nogą lewą i nogą prawą z podziałem na dziesięć 20-metrowych odcinków, wykonanych przez badanych zawodników G1 na dystansie 200 m

ków z odbicia z lewej i prawej nogi. W biegu na 200 m (grupa G1), jak i w biegu na 100 m (grupa G2) oraz w drugiej setce biegu na 200 m (grupa G1*) dłuższy krok był wykonany z odbicia kończyną lewą. Krótszy średni krok uzyskano w klasycznym biegu na 100 m (210,73 cm) niż w pomiarze dokonanym w drugiej setce biegu na 200 m (211,74 cm).

Istotne znaczenie w analizie długościowej kroku ma charakterystyka wybranych odcinków 100- i 200-metrowego dystansu. Im krótsze odcinki zostaną poddane analizie,

tym dokładniejsze będą wyniki dotyczące badanego zjawiska – precyzyjnie ujęte w całość, obrazowo przedstawiające różnice i podobieństwa. W niniejszej pracy analizie poddano cały dystans (100 i 200 m) oraz dystans w rozbiciu na 20-metrowe odcinki (na wirażu i na prostej, wycinek dystansu przy przejściu z wirażu na prostą oraz finisz).

Uwzględniając technikę i taktykę, należy stwierdzić, że bieg na 200 m jest trudniejszy, co wynika z konieczności pokonania siły odśrodkowej, działającej na zawodnika biegnącego po krzywiźnie. Z tab. 4 i ryc. 2 wy-

Tab. 3. Charakterystyka liczbowa długości kroków wykonanych przez badanych zawodników: G1 (200 m), G1* (100 m) i G2 (100 m) w biegu na 100 i 200 m

Parametry	G1 (200 m)		G1* (100 m)		G2 (100 m)	
	\bar{x}	<i>sd</i>	\bar{x}	<i>sd</i>	\bar{x}	<i>sd</i>
Liczba wykonanych kroków	92,90	4,85	47,52	2,42	47,34	2,32
Liczba kroków z odbicia LN	46,48	2,45	23,68	0,66	23,90	1,13
Liczba kroków z odbicia PN	46,42	2,50	23,84	0,71	23,44	1,20
Długość kroku (cm)	215,74	11,05	211,74	10,79	210,73	12,35
Długość kroku z odbicia LN (cm)	217,98	11,60	209,54	14,20	210,71	13,58
Długość kroku z odbicia PN (cm)	213,53	10,69	208,13	10,97	209,63	11,03
Różnica długości kroków z odbicia LN i PN (cm)	4,45	0,19	1,41	0,28	1,08	0,26
Najkrótszy krok (cm)	129,50	9,63	129,50	5,89	107,00	9,47
Najdłuższy krok (cm)	233,50	12,72	233,50	13,16	235,12	12,28
Różnica między najkrótszym a najdłuższym krokiem (cm)	104,00	3,09	104,00	7,27	128,12	2,81
Najdłuższy krok z odbicia LN (cm)	229,33	13,04	228,25	12,66	234,75	12,54
Najdłuższy krok z odbicia PN (cm)	231,50	13,33	230,41	13,85	232,25	12,36
Różnica między najdłuższym krokiem z odbicia LN a najdłuższym krokiem z odbicia PN (cm)	2,17	0,29	2,16	0,20	2,50	0,18

LN – lewa kończyna dolna, PN – prawa kończyna dolna

Tab. 4. Rozkład średnich wartości długości kroków wykonanych przez badanych zawodników G1 na dystansie 200 m

Parametry	Kolejne odcinki 200-metrowego dystansu grupy G1 (o długości 20 m)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Liczba kroków	12,5	9,1	8,8	8,9	9,0	9,0	9,0	9,0	9,2	9,2
Średnia długość kroków (cm)	171,6	220,8	229,5	228,5	226,5	226,0	224,5	223,1	217,2	217,2
Długość kroku z odbicia LN (cm)	169,3	218,3	226,6	225,8	222,5	223,1	223,3	221,6	217,1	217,0
Długość kroku z odbicia PN (cm)	167,8	223,5	223,6	222,8	219,0	220,6	221,6	220,3	216,0	216,6
Różnica długości kroków z odbicia LN i PN (cm)	1,5	5,2	3,0	3,0	3,5	2,5	1,7	1,3	1,1	0,4

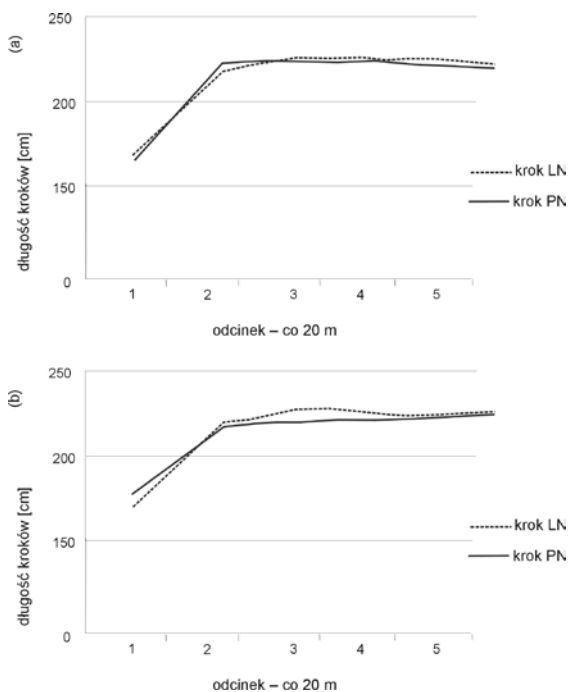
rażnie wynika, że dłuższy krok wykonano z odbicia kończyną lewą niemal na wszystkich 20-metrowych odcinkach (9 z 10 odcinków). Największe różnice w długości kroków można było zauważyć w pierwszej części dystansu, czyli w biegu po krzywiźnie. Im bliżej mety, tym te różnice są mniejsze i na ostatnich trzech 20-metrowych odcinkach wynoszą około 1 cm i mniej (odpowiednio: 1,3 cm, 1,1 cm i 0,4 cm).

Podobną analizę z podziałem na 20-metrowe odcinki przeprowadzono dla dystansu

100 m i dla drugiej setki w biegu na 200 m (tab. 5 i ryc. 3). Celem tej analizy było znalezienie zależności w krzywej przebiegu długości kroku podobnych do tych, które wystąpiły w biegu na 200 m. Tu również można zauważyć dłuższy krok z odbicia kończyną dolną lewą w czterech z pięciu 20-metrowych odcinków. Różnice te są duże i świadczą o dominacji jednej kończyny nad drugą. Niemniej jednak wraz z pokonywaniem dystansu zmniejszała się różnica w długości kroków z odbicia kończyną lewą i prawą.

Tab. 5. Rozkład średnich wartości długości kroków wykonanych przez badanych zawodników G1* na drugich 100 m w biegu na 200 m oraz zawodników G1 na dystansie 100 m

Parametry	Kolejne odcinki drugich 100 m grupy G1*					Kolejne odcinki 100-metrowego dystansu grupy G2				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Liczba kroków	12,5	9,1	8,8	8,9	9,0	11,5	9,3	8,9	8,9	8,7
Średnia długość kroków (cm)	171,6	220,8	229,5	228,5	226,5	179,5	219,1	225,0	224,3	228,5
Długość kroku z odbicia LN (cm)	169,3	218,3	226,6	225,8	222,5	173,3	221,1	229,6	224,0	226,4
Długość kroku z odbicia PN (cm)	167,8	223,5	223,6	222,8	219,0	179,8	217,7	223,5	222,7	225,6
Różnica długości kroków z odbicia LN i PN (cm)	1,5	5,2	3,0	3,0	3,5	6,5	3,4	6,1	1,3	0,8



Ryc. 3. Rozkład średnich wartości długości kroków z odbicia nogą lewą i nogą prawą z podziałem na pięć 20-metrowych odcinków, wykonanych przez zawodników grupy G1* (100 m) (a) i grupy G2 (100 m) (b)

Istotne jest to, że zawodnicy biegający klasyczne 100 m wykonali dłuższe kroki zarówno z odbicia lewą, jak i prawą nogą aniżeli zawodnicy pokonujący drugie 100 m po prostej (co wydaje się prawidłowością ze względu na rozwijaną prędkość biegu) odpowiednio: G1* (100 m) 8,575 m/s i G2 (100 m) 8,942 m/s.

DYSKUSJA

Wyniki eksperymentu pokazały, że istnieją różnice w długości kroków z odbicia nogą lewą w stosunku do odbicia nogą prawą u wszystkich zawodników w trzech badanych grupach: G1 (200 m), G1* (100 m) i G2 (100 m). Stało się to widoczne, kiedy dystanse sprinterskie podzielono na mniejsze sekcje, w tym wypadku na 20-metrowe

odcinki. W analizie oparto się na tzw. definicji kroku biegowego, którego długość wyznaczono na podstawie pomiaru odległości między kolejnymi punktami podparcia stopy (przeciwnych kończyn dolnych) na podłożu. Optymalne związki między długością kroku z odbicia jedną lub drugą kończyną dolną uwarunkowane są indywidualnie i zależą głównie od wysokości ciała zawodnika, długości jego kończyn dolnych, ruchomości w stawach: biodrowym, kolanowym i skokowym oraz od dynamiki skurczów mięśniowych i szybkości wykonania zadania ruchowego [9–11].

Na uwagę zasługuje również to, że wahania długości pojedynczych kroków są uwarunkowane preferencją lateralną w odbiciu nogą lewą lub prawą, co związane jest z poziomem siły kończyny, z której zawodnik odbija się do wykonania kolejnego kroku. Zazwyczaj kroki z odbicia lewą nogą są dłuższe [12], ale analiza danych przedstawionych w tab. 3 nie potwierdziła w pełni tej prawidłowości. Większość jednak zawodników (11 osób) zarówno z grupy G1, jak i G2 pierwszy krok wykonała z odbicia nogą lewą, umieszczoną na podpórce bloku startowego bliższej linii startu.

Logiczne wydaje się twierdzenie, że różnice w długości kroków z odbicia kończyną zewnętrzną i wewnętrzną szczególnie powinny być wyraźne w biegu na 200 m, w którym szczególnego znaczenia nabiera działanie siły odśrodkowej związanej z biegiem po krzywiźnie.

Badania przeprowadzone przez Lopeza [13] oraz Bosco i Vittoriego [14] ujawniły, że długość kroku może być poprawiona przez zastosowanie w treningu specjalnych ćwiczeń siły dynamicznej o charakterze skocznościowym i skipowym, ćwiczeń ze sztangą i różnego rodzaju biegów pod górę. Częstotliwość natomiast uwarunkowana jest głównie genetycznie i nie podlega aż tak dużym zmianom po zastosowaniu specjalnego treningu. Derieux [15] uważa, że działania zmierzające do poprawy długości kroku w biegu na 200 m powinny być bardziej kompleksowe i wymagają aplikacji specjalnego treningu, który musi uwzględnić specyfikę biegu po krzywiźnie.

Istnieją dość duże rozbieżności co do uwarunkowań somatycznych zawodników w odniesieniu do wartości parametrów kroku biegowego, jakkolwiek analizy Iskry [16] potwierdziły tezę, że czynniki antropometryczne nie korelują bezpośrednio z rozwijaną prędkością, ale mogą występować w ścisłych zależnościach z długością kroku.

Pojawia się zatem pytanie, czym wytłumaczyć zjawisko asymetrii kroku biegowego? Sadeghi i wsp. [17] twierdzą, że różnice w wartościach długości poszczególnych kroków odzwierciedla naturalna funkcjonalność danej kończyny. Potwierdzają to wieloletnie badania Hirasawy [18, 19], który stwierdził, że jedna z kończyn odpowiada za podparcie i przenoszenie masy ciała w czasie chodu, a druga (przeciwna) bardziej odpowiada za przemieszczenie (ruch całego ciała). Na tej podstawie można przypuszczać, że podobne zależności (asymetria kroku) występują w biegu sprinterskim, zwłaszcza w biegu po krzywiźnie, w którym kończyna wewnętrzna – ze względu na silniejsze odbicie – odpowiedzialna jest za dłuższy krok, a tym samym ma większy wkład w przemieszczanie się sprintera do przodu aniżeli kończyna prawa. Na podstawie zmian długości poszczególnych kroków zarówno w biegu na 100, jak i biegu na 200 m (cały dystans i wydzielone odcinki dystansu) stwierdzono, że dłuższy krok był wykonany z odbicia nogą lewą.

W literaturze sportowej można znaleźć kilka opracowań zajmujących się biegiem po krzywiźnie oraz biegiem ze zmianą kierunku [20–23]. Chang i Kram [24] w swoich badaniach stwierdzili, że w szybkim biegu po krzywiźnie noga prawa generuje mniejszą siłę w porównaniu z nogą lewą, co może powodować słabsze odbicie i krótszy krok. Autorzy ci twierdzą również, że istnieje wiele czynników biomechanicznych, które ograniczają sprawność kończyny podporowej w biegu po krzywiźnie, co powoduje ograniczenie wartości siły reakcji podłoża. W przeciwieństwie do biegu po krzywiźnie, bieg po prostej wymaga wyższych wartości sił reakcji podłoża, aby zawodnik był zdolny do rozwinięcia większej prędkości. Potwierdza to fakt, że na prostej zawodnicy są w stanie rozwinąć wyższe wartości prędkości

biegowej, co wykazała grupa G2 (100 m) w porównaniu z G1* (100 m).

Pomimo tak istotnych twierdzeń, wciąż zbyt mało jest danych, które przekonująco tłumaczyłyby występowanie różnicy w długości kroków z odbicia zarówno lewą, jak i prawą nogą w biegu na 100 m. W opisywanej tu analizie dokonano również porównania biegu na 100 m po krzywiźnie (pierwsze 100 m biegu na 200 m) z biegiem na 100 m po prostej, jakkolwiek w dwóch niezależnych grupach. W związku z tym nie można przedstawić przekonujących wniosków, choć wyniki nie potwierdziły aż tak wielkich różnic w długości kroków. Czym więc spowodowane są te różnice?

W literaturze sportowej wiele miejsca poświęcono symetrii i asymetrii podczas chodu i biegu. Występowanie asymetrii i symetrii tłumaczone jest lateralizacją, czyli przewagą funkcjonalną jednej części/strony ciała nad drugą, co szczególnie dotyczy kończyn dolnych [25–28]. Wyniki opisywanych tu badań w pełni potwierdziły tę zależność, co wskazuje, że dłuższy krok wykonany był z odbicia z lewej kończyny dolnej (dominującej). Z badań Devity i wsp. [28] wynika natomiast, że dominującą kończyną jest kończyna prawa, która podczas chodu ze stałą prędkością generuje 56–61% pozytywnej pracy.

Wiadomo, że poziom umiejętności technicznych sprintera znacząco wpływa na długość kroku biegowego, i to zarówno z odbicia nogą lewą, jak i prawą. Istnieje więc potrzeba znalezienia możliwie wielu zależności między wspomnianymi parametrami, co w sposób zasadniczy wpłynie na osiąganie przez zawodnika optymalnego wyniku na danym poziomie przygotowania motorycznego.

PODSUMOWANIE

Analizując problem występowania asymetrii długości kroków (preferencji lateralnej) w biegach sprinterskich, z aplikacyjnego punktu widzenia warto zwrócić uwagę na kilka istotnych elementów.

1. Wyniki badań wskazują na występowanie różnic w długości kroków sprinterów preferujących odbicie z lewej nogi w biegach na 100 i 200 m.

2. Preferencja ta znajduje również potwierdzenie w ułożeniu nogi lewej w bloku startowym jako nogi wykroczonej.
3. Sportowe doświadczenie sprinterów (poziom sportowy zawodników) nie wpływa znacząco na wielkość asymetrii, czyli przewagi funkcjonalnej nogi lewej nad prawą, i związaną z tym różnicę w długości kroku.
4. Większe doświadczenie w biegu po krzywiźnie na 200 m (wyższy poziom zaawansowania technicznego) towarzyszyło dłuższemu krokowi z odbicia lewą nogą.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Ae M., Ito A., Suzuki M., The men's 100 meters. Scientific Research Project at the III World Championship in Athletics, Tokyo 1991, *New Studies in Athletics*, 1992, 7, 47–52. [2] Gajer B., Thepaut-Mathieu C., Lehenaff D., Evolution of stride and amplitude during course of the 100 m event in athletics, *New Studies in Athletics*, 1990, 3, 43–50. [3] Shen W., The effects of stride length and frequency on the speeds of elite sprinters in 100 meter dash, [w:] Hong Y., John D. (red.), Proceedings of XVIII International Symposium of Biomechanics in Sports, Hong-Kong 2000, 333–336. [4] Maćkała K., Kowalski P., Trening biegów krótkich: założenia teoretyczne i implikacje praktyczne, AWF, Wrocław 2007. [5] Susanka P., Moravec P., Dostal J., Ruzicka J., Barac F., Vcelak J. i wsp., Fundamental motor abilities and a selected biomechanical variables related performance in 100 m, [w:] Report of the IAAF Research Project at the XXXIV. Olympiad – Seoul 1989. [6] Mann R., Herman J., Kinematic analysis of Olympic sprint performance: men's 200 meters, *Int J Sport Biomech*, 1985, 1, 151–162. [7] Bruggemann G.-P., Koszewski D., Muller H., Biomechanical Research Project. Athens 1997, Final report, Meyer & Meyer Sport, Oxford 1999. [8] Delecluse Ch., Ponnet H., Diels R., Stride characteristics related to running velocity in maximal sprint running, [w:] Riehle H.J., Vieten M.M. (red.), Proceedings II of XVI International Symposium on Biomechanics in Sports, ISBS, Konstanz 1998, 98, 146–149. [9] Donati A., Development of stride and stride frequency in sprint performance, [w:] Jarver J. (red.), Sprint and Relays, Contemporary Theory, Technique and Training. Track & Field News, Los Altos 1995, 133–137. [10] Kunz H., Kaufman D.A., Biomechanical analysis of sprint-

- ing: decathletes versus champions, *Br J Sport Med*, 1980, 15, 177–181.
- [11] Cavanagh P., Kram R., Stride length in distance running: velocity, body dimensions, and added mass effects, *Med Sci Sport Ex*, 1989, 21, 467–479. [12] Maćkała K., Michalski R., Čoh M., Asymmetry of step length in relationship to leg strength in 200 meters sprint of different performance levels, *J Hum Kin*, 2010, 25, 101–108. [13] Lopez V., Speed development. Stride length and frequency, *Track Field Quart Rev*, 1981, 2, 25. [14] Bosco C., Vittori C., Biomechanical characteristics of sprint running during maximal and supramaximal speed, *New Studies in Athletics*, 1986, 1, 39–45. [15] Derieux D., The effect of strength training on stride length and frequency – a comparative study, *Technical Bulletin IAAF*, 1991, 2, 24–27. [16] Iskra J., Morfologiczne i funkcjonalne uwarunkowania rezultatów w biegu przez płotki (Morphological and functional dependencies of hurdle runs), AWF, Katowice 2001. [17] Sadeghi H., Allard P., Prince F., Labelle H., Symmetry and limb dominance in able-bodied gait: a review, *Gait and Posture*, 2000, 12, 34–45. [18] Hirasawa Y., An observation on standing ability of Japanese males and females, *J Anthr Soc Nippon*, 1979, 87, 81–92. [19] Hirasawa Y., Left leg supporting human straight (bipedal) standing, *Saiensu*, 1981, 6, 32–44. [20] Greene P.R., Running on flat turns: experiments, theory, and applications, *J Biomech Engin*, 1985, 107, 96–103. [21] Harrison A., Ryan G.J., The effects of bend radius of curvature on sprinting speed and technique, [w:] Proceedings of the 12th Annual Congress of the European Society of Biomechanics, TCD Dublin 27th–30th August 2000, 358. [22] Walter R.M., Kinematics of 90° running turns in wild mice, *J Exp Biol*, 2003, 206, 1739–1749. [23] Usherwood J.R., Wilson A.M., Accounting for elite indoor 200 m sprint results, *Biol Lett*, 2006, 2, 47–50. [24] Young-Hui Chang, Kram R., Limitations to maximum running speed on flat curves, *J Exp Biol*, 2007, 210, 971–982. [25] Peters M., Footedness: asymmetries in foot preference and skill and neuro-psychological assessment of foot movement, *Psychol Bull*, 1988, 103 (2), 179–192. [26] Gabbard C., Coming to terms with laterality, *J Psychol*, 1997, 131 (5), 561–564. [27] Gabbard C., Hart S., A question of foot dominance, *J Genet Psychol*, 1986, 123, 289–296. [28] Devita P., Hong D., Hamill J., Effects of asymmetric load carrying on the biomechanics of walking, *J Biomech*, 1991, 24 (12), 1119–1129.